

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-113203

(43)Date of publication of application : 02.05.1997

(51)Int.Cl.

G01B 7/00

B23Q 17/20

B24B 49/14

(21)Application number : 07-266893

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 16.10.1995

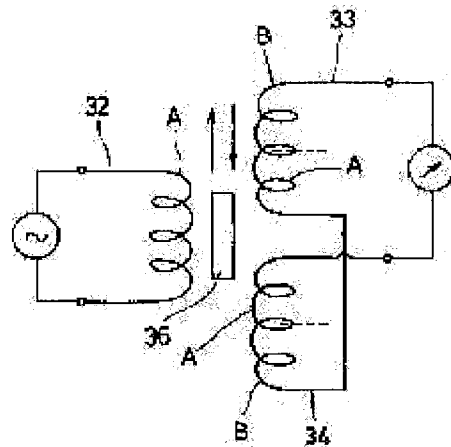
(72)Inventor : TAKAHASHI YUJI
IMAI KATSUNORI

(54) DIFFERENTIAL TRANSFORMER AND MEASURING DEVICE USING IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a differential transformer which can obtain a certain detected value corresponding to the relative displacement amount of a core and differential coil regardless of temperature variation of the periphery.

SOLUTION: This transformer consists of differential coil, wherein a single primary coil 32 and two secondary coils 33 and 34 are wound around a cylindrical bobbin consisting of non-magnetic material, and a core 36 consisting of magnetic material which is inserted into the differential coil while movement in the axis direction is allowed, for detecting the relative displacement amount of the core 36 and the differential coil. Further, the two secondary coils 33 and 34 consist of compound lead wires wherein at least two kinds of lead wires, A and B, whose temperature coefficient of receptivity are different from each other, are connected in a specified ratio.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-113203

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 7/00			G 0 1 B 7/00	D
B 2 3 Q 17/20			B 2 3 Q 17/20	A
B 2 4 B 49/14			B 2 4 B 49/14	

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-266893

(22) 出願日 平成7年(1995)10月16日

(71) 出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(72) 発明者 高橋 雄二

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(72) 発明者 今井 勝徳

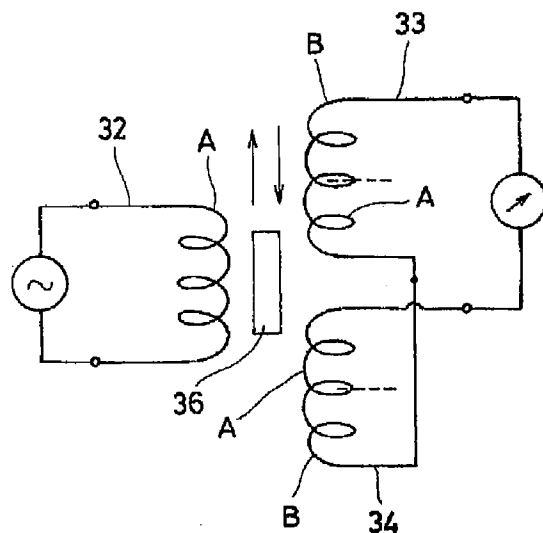
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(54) 【発明の名称】 差動トランスおよびそれを用いた測定装置

(57) 【要約】

【課題】 周囲の温度変化に係わらず、コアと差動コイルの相対変位置に応じた一定の検出値が得られる差動トランスの提供。

【解決手段】 非磁性体からなる円筒状のボビンの外周面に1つの一次コイル32および2つの二次コイル33、34を巻回した差動コイル35と、前記差動コイル内に軸線方向移動可能に嵌装された磁性体からなるコア36とから構成され、前記コア36と前記差動コイルとの相対変位置を検出する差動トランスにおいて、前記2つの二次コイルを抵抗率の温度係数が異なる少なくとも2種類の導線Aと導線Bとを所定の割合で結線した複合導線によって構成したことを特徴とする差動トランス。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性体からなる円筒状のボビンの外周面もしくは内周面に1つの一次コイルおよび2つの二次コイルを巻回した差動コイルと、前記差動コイル内に軸線方向移動可能に嵌装された磁性体からなるコアとから構成され、前記コアと前記差動コイルとの相対変位量を検出する差動トランスにおいて、前記2つの二次コイルを抵抗率の温度係数が異なる少なくとも2種類の導線を所定の割合で結線した複合導線によってそれぞれ構成したことを特徴とする差動トランス。

【請求項2】 非磁性体からなる円筒状のボビンの外周面もしくは内周面に1つの一次コイルおよび2つの二次コイルを巻回した差動コイルと、前記差動コイル内に軸線方向移動可能に嵌装された磁性体からなるコアとから構成され、前記コアと前記差動コイルとの相対変位量を検出する差動トランスにおいて、前記2つの二次コイルを抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} よりも小さいかもしくは負の値を有する導線によってそれぞれ構成したことを特徴とする差動トランス。

【請求項3】 被測定物に接触し互いに相対変位可能な一対のフィーラと、前記一対のフィーラの相対変位量を検出する差動トランスとを有し、前記被測定物の寸法を測定する測定装置において、前記差動トランスは、前記フィーラ的一方に対して固定された非磁性体からなる円筒状のボビンの外周面もしくは内周面に1つの一次コイルおよび2つの二次コイルを巻回した差動コイルと、前記フィーラ他方に対して固定され前記差動コイル内を軸線方向移動可能に嵌装された磁性体からなるコアとから構成され、前記2つの二次コイルを抵抗率の温度係数が異なる少なくとも2種類の導線を所定の割合で結線した複合導線によってそれぞれ構成したことを特徴とする測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は温度変化により特性が変化しない差動トランスおよびそれを用いた測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、研削盤等の工作機械に具備され工作物（被測定物）の径寸法を測定する定寸装置においては、工作物を挟持する一対のフィーラの相対変位量を差動トランスにて検出するものが一般的に知られている。この種の定寸装置に関し、本出願人は先に特開平6-229704号公報において、定寸装置の周囲の温度変化による熱変位の影響を補償する定寸装置を提案した。すなわち、この定寸装置は、図9に示すように、工作物Wの上下に接触する接触子3a、3bを先端に有する一対のフィーラ2a、2bが、装置本体1に固定された支持部材1aに板バネ4を介して変位可能に支持されている。フィーラ2a、2bの後端側には差動トランス5が

設けられている。この差動トランス5は、磁性体からなるコア6と、このコア6を外嵌する差動コイル7と、この差動コイル7を保持するボビン8とから構成されている。コア6は下側のフィーラ2bに固定されており、上記差動コイル7を内装するボビン8はスペーサ9を介して上側のフィーラ2aに固定されている。そして、フィーラ2a、2bの変位によってコア6と差動コイル7とが相対変位することにより工作物Wの径変化を検出するようになっている。また、上記ボビン8とフィーラ2aの間に介在されるスペーサ9は、熱変位によってコア6が伸びる方向に同一量膨張するような線膨張係数を有する部材で構成されている。

【0003】したがって、定寸装置の周囲温度の変化によってコア6が軸線方向に伸びを生ずる場合、スペーサ9が同一方向に同量だけ膨張するため、これに支持されるボビン8が同一方向に変位してコア6と差動コイル7の相対変位（基準位置ずれ）を発生しないようにし、熱変位による測定誤差の影響を防止するようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した定寸装置においては、熱膨張に起因するコア6と差動コイル7の相対変位（基準位置ずれ）を防止することができるが、以下に説明する差動コイル7の温度変化による測定誤差を防止することができない問題があった。すなわち、一般に金属物質は温度変化によってその抵抗値が変化する特性を有していることが知られている。また、導線を巻回して構成されるコイルは、温度変化により、導線断面の膨張やコイル全長の伸びによりコイルとしての抵抗が変化する。このため、上記差動コイル7を励磁用の一次コイル、検出用の二次コイル共にエナメル線（0℃から100℃における抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} の銅線）を巻回して構成した場合、差動トランス5の温度変化およびコア6と差動コイル7との変位量に関する測定誤差は図10に示すように変化する。つまり、図10からも解るように、差動コイル7の検出誤差は温度が上昇するにつれ増大し、さらに、コア6と差動コイル7の相対変位量が大きいほどその検出誤差が大きくなる。また、温度の上昇につれ正方向の変位に対しては正方向の測定誤差を、負方向の変位に対しては負方向の測定誤差を生ずる。

【0005】上述した従来技術の定寸装置においては、その構造上、工作物（被測定物）の径測定におけるコア6と差動コイル7の変位量は非常に微小（例えば、全ストロークにして100μm程度）のため、温度変化に伴う差動トランス5の測定誤差はほぼ無視できる範囲にある。ところが、コア6と差動コイル7の変位量が大きい（例えば、全ストロークにして5mm程度）広範囲測定可能な定寸装置の場合には、この温度変化に伴う差動トランスの測定誤差を無視できないといった問題を生じ

た。

【0006】したがって、本発明の目的は、周囲の温度変化に係わらずコアと差動コイルの相対変位量に応じた一定の検出値が得られる差動トランスおよびそれを用いた測定装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述した問題点を解決する本発明の差動トランスの構成は、非磁性体からなる円筒状のボビンの外周面もしくは内周面に1つの一次コイルおよび2つの二次コイルを巻回した差動コイルと、前記差動コイル内に軸線方向移動可能に嵌装された磁性体からなるコアとから構成され、前記コアと前記差動コイルとの相対変位量を検出する差動トランスにおいて、前記2つの二次コイルを抵抗率の温度係数が異なる少なくとも2種類の導線を所定の割合で結線した複合導線によってそれぞれ構成したものである。

【0008】また、前記2つの二次コイルを抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} よりも小さいかもしくは負の値を有する導線によってそれぞれ構成しても良い。さらに、上記問題点を解決する本発明の測定装置の構成は、被測定物に接触し互いに相対変位可能な一対のフィーラと、前記一対のフィーラの相対変位量を検出する差動トランスとを有し、前記被測定物の寸法を測定する測定装置において、前記差動トランスは、前記フィーラの一方に対して固定された非磁性体からなる円筒状のボビンの外周面もしくは内周面に1つの一次コイルおよび2つの二次コイルを巻回した差動コイルと、前記フィーラの他方に対して固定され前記差動コイル内を軸線方向移動可能に嵌装された磁性体からなるコアとから構成され、前記2つの二次コイルを抵抗率の温度係数が異なる少なくとも2種類の導線を所定の割合で結線した複合導線によってそれぞれ構成したものである。

【0009】上述した構成の差動トランスは、一次コイルに交流電流を流すことにより、コアと差動コイルの相対変位量に応じた電圧が二次コイルに発生し、変位量（被測定物の寸法）が検出される。この時、上記導線からなる二次コイルを有する差動トランスは温度変化に係わらず、コアと差動コイルの相対変位量に応じた一定の電圧を出力する。

【0010】

【発明の実施形態】以下に、本発明の差動トランスを広範囲定寸装置に適用した一実施形態について図面に基づき詳細に説明する。図1において、10は広範囲測定可能な定寸装置（測定装置）であり、この定寸装置10は、ヘッド本体11と下側フィーラ12と上側フィーラ13と測定部20から主に構成される。

【0011】ヘッド本体11は断面形状口形の部材であり、図略の工作機械に適宜取り付けられる。このヘッド本体11は装置軽量化のためアルミ部材（線膨張係数 $23.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）からなり、内部には後述する測定

部20が内装され、また、下面には下側フィーラ12が取り付けられている。下側フィーラ12は、先端上面に工作物（被測定物）Wの下部を当接する当接部12aが形成されたJ形の部材であり、周囲の温度変化による熱変位の影響を相殺するように工作物Wと同じ材質（工作物Wと線膨張係数が等しい）の炭素鋼（線膨張係数が $11.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）にて構成されている。

【0012】上記当接部12aの上方には、前記下側フィーラ12と同一材質にて構成された上側フィーラ13が設けられている。この上側フィーラ13には先端に工作物Wの上部に当接する接触子14がその突出量を調節可能に螺合されており、後端は後述する測定部20のブロック22と連結シャフト15にて連結されている。接触子14は線膨張係数が炭素鋼と等しいクロムモリブデン鋼（線膨張係数が $11.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）で構成されている。

【0013】ヘッド本体11内部に内装された測定部20は、基準棒21と、この基準棒21に対して昇降可能に支持されたブロック22と、基準棒21およびブロック22間に形成されたそれぞれ測定範囲の異なる第1、第2差動トランス30a、30bとから主に構成されている。基準棒21は前記下側フィーラ12と同様に炭素鋼からなるコ形状の部材であり、中間部21aにて前記ヘッド本体11の内部に固定されている。このとき、基準棒21の上部21bおよび下部21cはヘッド本体11に接触しないように所定の隙間を有した状態にある。

【0014】基準棒21には上部21bと下部21cとを掛け渡す一対のパイロットバー23が支持されており、このパイロットバー23にブロック22が直動ベアリング24を介して支持されており、ブロック22は基準棒21に対して昇降移動可能になっている。ブロック22の下面には連結シャフト15が固定されており、この連結シャフト15は基準棒21およびヘッド本体11を貫通して下方に突出し、その先端に前記上側フィーラ13が固定されている。これにより、上側フィーラ13はブロック22と一体的に昇降移動するようになっている。また、ブロック22には貫通穴22aが形成されており、この貫通穴22aに連結棒16が遊嵌されている。連結棒16の下方端にはフランジ部16aが形成されており、貫通穴22aの大径部22bと係合してブロック22の抜け止めを形成している。また、連結棒16の上方側は、基準棒21およびヘッド本体11を貫通して上方に突出しており、その先端にピストン17が固定されている。

【0015】ヘッド本体11の上部には前記ピストン17を嵌装するシリンダ18が取り付けられ、図略の圧縮空気供給装置に連結されたエアシリンダー19を形成している。これにより、エアシリンダ19を駆動して連結棒16を上昇すると、連結棒16下方端のフランジ部16aがブロック22の大径部22bに係合し、さらにブ

ロック22を上昇させる。ブロック22の上昇に伴いこれに連結される上側フィーラ13が上昇し、工作物Wを下側フィーラ12と上側フィーラ13の間に挿入可能な状態にするようになっている。一方、工作物Wが挿入された場合には、エアシリンダ19を駆動して連結棒16を降下する。すると、連結棒16との係合が外れたブロック22は自重により降下し、上側フィーラ13の接触子14先端が工作物Wの上部に接触する位置にて停止し、工作物Wの径寸法測定可能な状態になるようになっている。

【0016】なお、上記基準棒21、ブロック22、パイロットバー23、直動ベアリング24および連結シャフト15は全て下側フィーラ12と同一材質の炭素鋼にて構成されており、温度変化による熱膨張量を等しくするようになっている。ブロック22と基準棒21の間には、工作物（被測定物）Wの径寸法を測定する第1差動トランス30aおよび第2差動トランス30bが設けられている。第1差動トランス30aと第2差動トランス30bは後述するコア軸37a、37bの長さが異なるのみで同一の構成のため、第1差動トランス30aにつ

いてのみ説明する。

【0017】図2は第1差動トランス30aを示した拡大図である。第1差動トランス30aは、コア36と差動コイル35から主に構成される。コア36は高周波数で軸特性の良いパーマロイで形成された円柱状の部材であり、ステンレス（線膨張係数 $17.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）からなるコア軸37にてブロック22に固定され、ブロック22と一体的に昇降移動する。

【0018】差動コイル35はボビン31と、このボビン31の外周に巻回された一次コイル32並びに二次コイル33、34とから構成される。ボビン31は筒状部材であり、スペーサ25aを介して基準棒21の上部21bに固定されている。このボビン31の内部には前記コア36が軸線方向に移動可能に嵌装されている。また、ボビン31aの外周面には軸線方向を3つに区分するフランジが形成されており、この区分された外周面に二次コイル33、一次コイル32、二次コイル34が順次巻回されている。

【0019】一次コイル32は励磁用のコイルであり、 0°C から 100°C 間の抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} 以上の導線A（例えばエナメル線：抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} の銅線）がボビン32の外周中央部に所定回数巻回されている。この一次コイル32aは励磁用のため抵抗の小さい導線を用いることが好ましい。

【0020】2つの二次コイル33、34は差動変位検出用のコイルであり、 0°C から 100°C 間の抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} 以上の導線A（例えば前記エナメル線）と前記抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} よりも小さい導線B（例えばマンガニン線： 0°C から

00°C 間の抵抗率の温度係数が $-0.03 \sim +0.02 \times 10^{-3}$ ）を所定の割合（例えば5:5）で結線した複合導線が前記ボビン31の上下部分にそれぞれ所定回数ずつ巻回されている。各二次コイル33、34は図3に示すように互いに逆属性に結線されている。

【0021】そして、図3に示すように、一次コイル32の両端に接続された交流電源より交流電流を流すとボビン31内のコア36に誘導磁界が発生し、この誘導磁界によって二次コイル33、34の両端子間にコア36と差動コイル35の差動変位量に応じた起電力が発生する。この起電力を検出することにより工作物Wの径寸法を測定するようになっている。

【0022】なお、上記スペーサ25aは、炭素鋼部材と線膨張係数の異なるヘッド本体11（アルミ）やコア軸37a（ステンレス）の熱膨張差に起因するコア36aと差動コイル35aの相対変位（基準位置ずれ）を相殺する熱膨張をする部材（例えば、アンバー：線膨張係数 $1.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）にて構成されている。ここで、差動コイル35についてさらに詳細に説明する。前記従来の技術にて述べたように、金属物質は温度変化に伴いその抵抗値が変化する。そこで、本出願人は実験により、 0°C から 100°C 間の抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} より小さいもしくは負の温度係数を有する金属物質の導線Bを二次コイル33、34に巻回した差動コイル35aが温度変化並びにコア36および差動コイル35の相対変位量に対して図5の特性を示すものが有ることを確認した。すなわち、図5は二次コイル33、34をマンガニン線（抵抗率の温度係数が $-0.03 \sim +0.02 \times 10^{-3}$ ）で構成した差動トランスの特性であり、この差動トランスは温度が上昇するにつれ正の変位に対して負の測定誤差を生じ、一方、負の変位に対して正の測定誤差を生じる特性を有している。そこで、この特性に注目し、 0°C から 100°C 間の抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} 以上の導線Aと抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} より小さいかもしくは負の温度係数の導線Bを組み合わせた複合導線により二次コイル33、34をそれぞれ構成することで、図6に示すように、温度変化やコア36と差動コイル35の相対変化によって測定誤差が変化しない差動トランス30が構成できることを確認した。なお、この特性は、差動コイル35aが軸線方向に伸びないことが必要となるため、本実施形態においては、上記ボビン31aは線膨張係数の非常に小さいセラミックスにて構成し、温度変化により差動コイル35aが軸線方向の熱変位を最小限に抑えるようにしている。

【0023】上記構成の第1差動トランス30aと第2差動トランス30bは互いにコア軸37a、37bの長さを異にして並列的に配置され、測定する工作物Wの径に応じて選択的に使用され工作物径を測定するように構成されている。したがって、上記構成の定寸装置10

は、下側フィーラ12と上側フィーラ13の間に工作物（被測定物）Wが挿入されると、選択された第1差動トランス30aもしくは第2差動トランス30bの一次コイル32に交流電流を流し、二次コイル33、34からコア36と差動コイル35との相対変位量に応じた電圧を検出し、工作物Wの径寸法を測定するようになっている。

【0024】この時、周囲の温度上昇によって定寸装置の各部材が熱膨張する場合にもコア36と差動コイル35の相対変位はスペーサ25a、25bの熱膨張によりそれぞれ相殺されるために発生しない。その上、上述したように差動トランス30a、30bは温度変化並びにコア36と差動コイル35の相対変位量の大小に対して測定誤差を生じることがなく、温度変化に係わらず常に一定の検出値が測定される。

【0025】以上に述べたように本実施形態の定寸装置は、線膨張係数の異なる部材の熱変位差に起因するコア36と差動コイル35の相対変位（基準位置ずれ）がスペーサ25a、25bによって補償され、その上、温度変化による差動トランスの特性に変化が生じないため、定寸装置周囲の温度変化に係わらず高精度な広範囲定寸が可能であるといった効果がある。

【0026】なお、上述した実施形態においては、二次コイル33、34のそれぞれに、抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} 以上の導線Aと抵抗率の温度係数が 4.3×10^{-3} よりも小さい導線Bを所定割合で結線した複合導線をボビン31に巻回しているが、抵抗率の温度変化係数が 4.3×10^{-3} 以下の所望の温度係数を有する導線Bを用いる場合には、図4に示すように、単に導線Bのみをボビン31に巻回した二次コイル32でも構わない。また同様に、抵抗率の温度変化係数の異なる3種類以上の導線により二次コイルを構成しても構わない。

【0027】また、本実施形態における差動コイル35は、図2に示したようにボビン31の外周に一次コイル32および二次コイル33、34を巻回したものを使用しているが、図7に示した第1の変形例のように、ボビン31の内周面に一次コイル32および二次コイル33、34を内装するものでも構わない。さらに、図8に示した第2変形例のように、2分割されたボビン31aの外周面に一次コイル32と二次コイル33並びに一次コイル32と二次コイル34をそれぞれ巻回し、図3に示した結線をした2段型の差動コイル35aでも同様の効果が得られる。

【0028】さらに、上述した実施形態においては本発明の差動トランスを用いた測定装置として定寸装置の例

を説明したが、温度変化が生じる環境下で変位量を測定する計測装置であれば上記定寸装置に限られず一般に幅広い使用が可能である。

【0029】

【発明の効果】以上に述べたように本発明の差動トランスおよびこの差動トランスを用いた測定装置は、温度変化により差動トランスの特性が変化しないため、いかなる温度条件下においてもコアと差動コイルの変位量に応じた一定の測定値が検出できるため、高精度かつ安定した変位量（被測定物の径寸法）の測定が広範囲にわたって行えるといった効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態である定寸装置を示した側面断面図である。

【図2】本発明の実施形態である差動トランスの拡大図である。

【図3】差動トランスの結線を示した回路図である。

【図4】他の差動トランスを示した回路図である。

【図5】導線Bにより二次コイルが構成されている差動トランスの温度特性を示したグラフである。

【図6】本発明の実施形態である差動トランスの温度特性を示したグラフである。

【図7】差動トランスの第1変形例を示した拡大図である。

【図8】差動トランスの第2変形例を示した拡大図である。

【図9】従来の定寸装置を示した側面断面図である。

【図10】従来の差動トランスにおける温度特性を示したグラフである。

【符号の説明】

10 定寸装置（測定装置）

11 ヘッド本体

12 下側フィーラ

13 上側フィーラ

20 測定部

21 基準棒

22 ブロック

25 スペーサ

30a 第1差動トランス

30b 第2差動トランス

31 ボビン

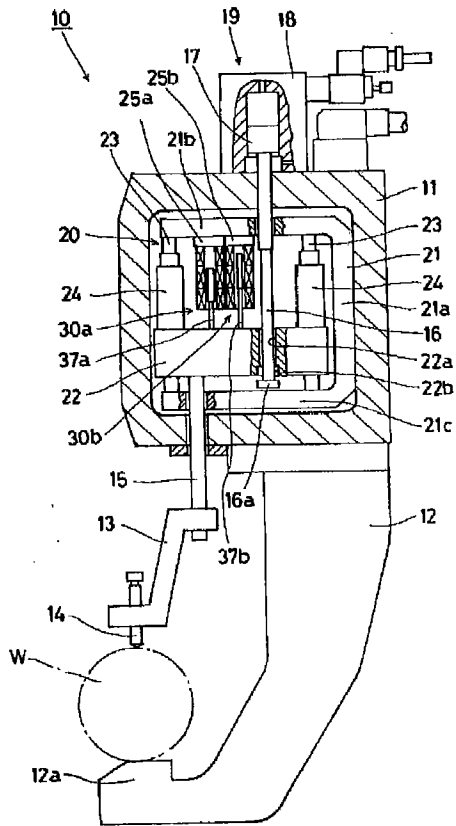
32 一次コイル

33、34 二次コイル

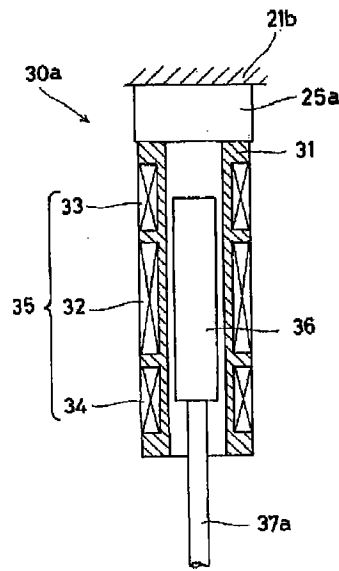
36 コア

37 コア軸

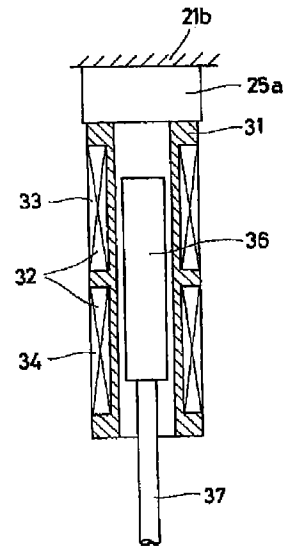
【図1】



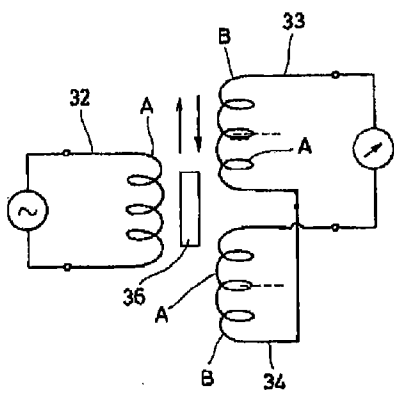
【図2】



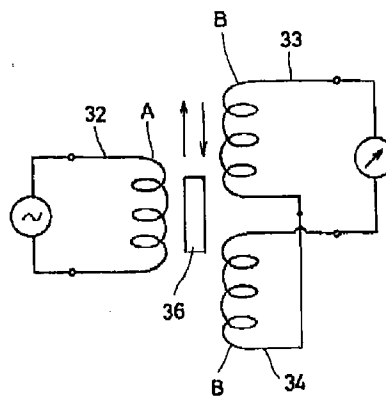
【図8】



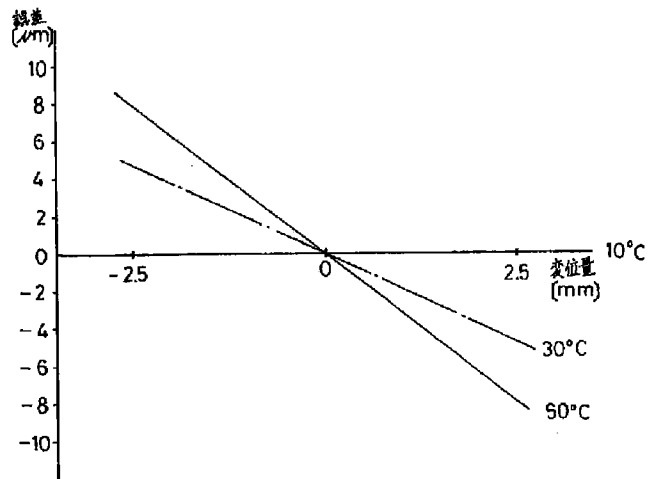
【図3】



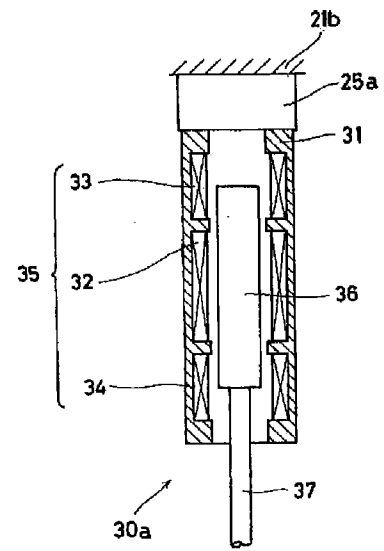
【図4】



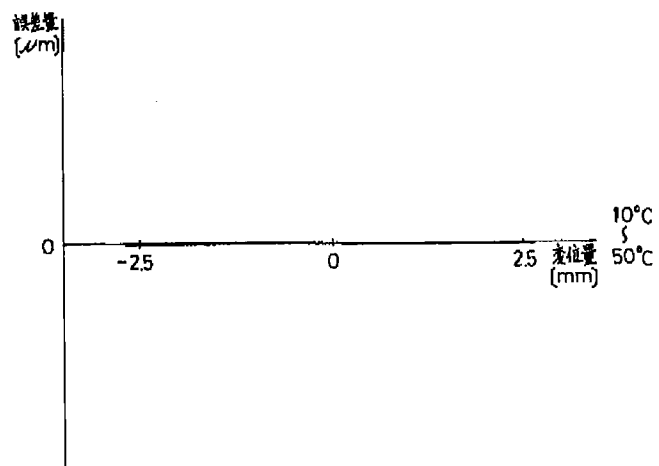
【図5】



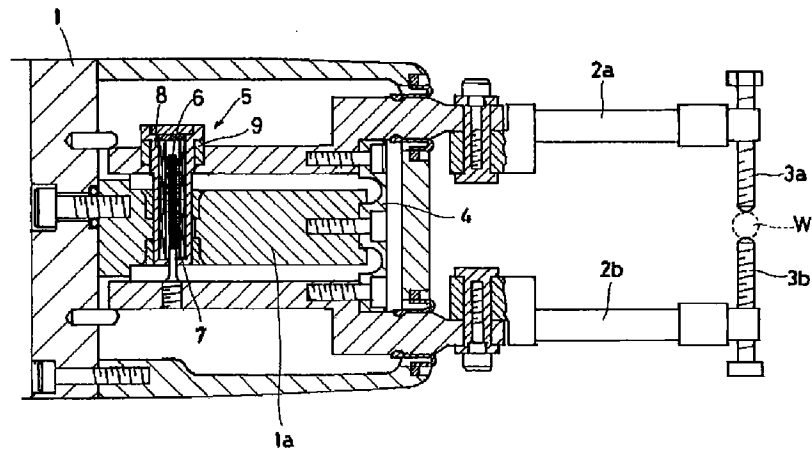
【図7】



【図6】



【図9】



【図10】

